

Vehicle driver alertness evaluation system

Patent number: DE19515429
Publication date: 1995-12-14
Inventor: HARA TORU (JP); KAMIYA KOICHI (JP); KAWAKAMI YOSHINAKA (JP); FURUICHI TETSUYA (JP)
Applicant: MITSUBISHI MOTORS CORP (JP)
Classification:
 - International: B60K28/06; B62D1/00
 - european: G08B21/06
Application number: DE19951015429 19950426
Priority number(s): JP19940088456 19940426

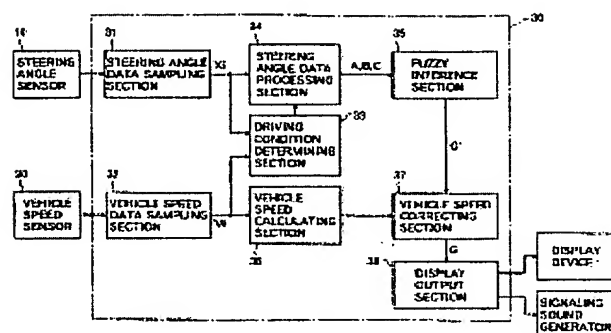
Also published as:



US5717606 (A)
 JP7290990 (A)

Abstract of DE19515429

The alertness evaluation system is effective during normal driving of the vehicle and uses steering angle data obtained by monitoring the vehicle steering angle. A number of steering frequency components located in different frequency bands are extracted from the steering angle data and used by an estimation stage for determining the level of alertness of the driver. Pref. the driver alertness level is estimated by obtaining the ratio of at least 2 different steering frequency components lying in different frequency bands, or the ratio of their respective logarithms. Pref. a display is activated in dependence on the detected alertness level.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK



19. BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12. Patentschrift
10. DE 195 15 429 C 2

51. Int. Cl.⁶:
B 60 K 28/06
B 62 D 1/00

21. Aktenzeichen: 195 15 429.0-21
22. Anmeldetag: 26. 4. 95
43. Offenlegungstag: 14. 12. 95
45. Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 24. 6. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

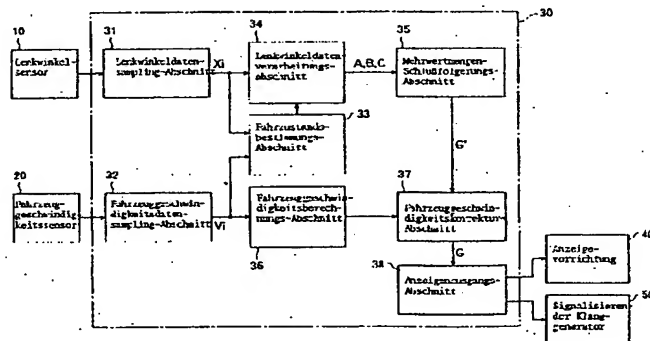
30. Unionspriorität:
6-88456 26. 04. 94 JP
73. Patentinhaber:
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP
74. Vertreter:
Ralf M. Kern und Partner, 80686 München

72. Erfinder:
Hara, Toru, Okazaki, Aichi, JP; Kamiya, Koichi, Anjo, Aichi, JP; Kawakami, Yoshinaka, Kariya, Aichi, JP; Furuichi, Tetsuya, Okazaki, Aichi, JP

56. Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
EP 01 19 486 B1
EP 01 19 484 B1

54. Verfahren zum Beurteilen von Fahraufmerksamkeit

57. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren, bei dem ein Lenkwinkel eines Kraftfahrzeugs erfaßt wird, um Lenkwinkeldaten (Xi) zu erhalten, und die Aufmerksamkeit eines Fahrers auf der Grundlage der Lenkwinkeldaten (Xi) bestimmt wird, gekennzeichnet durch:
einen Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt (S2, S7-S10, S12-S14) des Nehmens von Proben von den Lenkwinkeldaten (Xi) in Form einer ersten Lenkfrequenzkomponente (A), die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie einer vom Fahrer erkannten Gesamtverlaufsform einer Straße folgt, einer zweiten Lenkfrequenzkomponente (B), die auf einer höheren Frequenzseite als die erste Lenkfrequenzkomponente ist und die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie einer vom Fahrer erkannten Straßenform vor dem Kraftfahrzeug folgt, und einer dritten Lenkfrequenzkomponente (C), die auf einer höheren Frequenzseite als die zweite Lenkfrequenzkomponente ist und die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie eine Kraftfahrzeuglage auf der Straße fein berichtigt; und
einen Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt (S15-S17) des Berechnens, aus den Lenkfrequenzkomponenten (A, B, C), eines ersten Lenkbetätigungsfaktors (P), der einen Anteil vorausschauenden Lenkens angibt, das ausgeführt ist, um der Gesamtverlaufsform der Straße zu begegnen, eines zweiten Lenkbetätigungsfaktors (Q), der einen Anteil eines berichtigenden Lenkens angibt, das bezüglich des vorausschauenden Lenkens ausgeführt ist, und eines dritten Lenkbetätigungsfaktors (R), der die Glätte der Lenkbetätigung anzeigt, und des Abschätzens eines Fahraufmerksamkeitsgrades (G') auf der Grundlage der berechneten Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R).



DE 195 15 429 C 2

DE 195 15 429 C 2

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren zum Beurteilen des Grads der Aufmerksamkeit des Fahrers während des Fahrens eines Kraftfahrzeugs.

5 Kraftfahrzeuge sind mit einem Antischleuderbremsystem oder dergleichen ausgerüstet, zum Erhalten einer richtigen Bremskraft, um dadurch die Sicherheit von Kraftfahrzeugen zu erhöhen. Jedoch kann, obwohl ein Fahrzeug selbst kein Problem bezüglich Sicherheit hat, die Sicherheit verloren gehen, wenn der Fahrer einnickt oder während des Fahrens zur Seite schaut. Es muß nämlich, um sicheres Fahren sicherzustellen, die Sicherheit des ganzen Mensch-Fahrzeug-System verbessert werden.

10 Zu diesem Zweck sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, die eine Vorrichtung miteinschließen, bei der ein Reiz auf den Fahrer ausgelöst wird, ihn aufzuwecken, wenn ein Fahrerschlaf während des Fahrens erfaßt wird, ein System, bei dem der Fahrer veranlaßt wird, eine Pause zu machen, wenn auf der Basis z. B. eines Lenkbetätigungsmusters beurteilt worden ist, daß die Fahrermüdigkeit angewachsen ist, und ein System, bei dem eine Warnung gegeben wird, wenn beurteilt worden ist, daß die Fahraufmerksamkeit gering ist. Es ist jedoch schwierig, den Grad des Schlafs zu quantifizieren, den Grad der Müdigkeit oder den Grad des Senkens der Aufmerksamkeit. Weiterhin unterscheidet sich das beobachtete Lenkradbetätigungsmuster, zum Beispiel wenn die Aufmerksamkeit gesenkt worden, von Fahrer zu Fahrer, selbst in der selben Situation, was es schwierig macht, mit hoher Genauigkeit ein Senken von Fahraufmerksamkeit oder dergleichen auf der Grundlage des Lenkradbetätigungsmusters zu bestimmen.

So ist zum Beispiel aus der EP 0 119 484 B1 eine Anordnung bekannt, bei der ein Lenkwinkel und eine Lenkrichtung 20 bestimmt werden, und bei der ein Schläfrigkeitsalarm ausgegeben wird, wenn eine Lenkradbetätigung erfaßt wird, die einen vorbestimmten Winkel in einer Richtung überschreitet, nachdem vorher festgestellt worden ist, daß für eine vorbestimmte Zeitperiode nicht gelenkt worden ist, und wenn ein vorbestimmtes Müdigkeitsmuster, das zum Beispiel eine abrupte Lenkbetätigung in einer Richtung und eine darauf folgende abrupte Lenkbetätigung in die Gegenrichtung miteinschließt, nachfolgend erfaßt wird.

25 In der EP 0 119 486 B1 wird eine technische Lehre offenbart, bei der das vorbestimmte Schläfrigkeitsmuster in Übereinstimmung mit der Dauer der nichtstattfindenden Lenkbetätigung geändert wird, um dadurch einen Irrtum in der Schläfrigkeitserfassung auszuschließen. Bei beiden zitierten Systemen wird das Auftreten von Müdigkeit eines Fahrzeuglenkers erfaßt, nachdem die Schläfrigkeit bereits eingetreten ist, und daher können keine Schritte unternommen werden, bevor die eigentliche Schläfrigkeit eintritt.

30 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Beurteilen der Fahraufmerksamkeit zu schaffen, bei dem eine eventuell auftretende Schläfrigkeit bereits im Vorfeld erkannt werden kann.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren vorgesehen, das durch einen Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt des Nehmens von Proben von den Lenkwinkeldaten in Form einer ersten Lenkfrequenzkomponente gekennzeichnet ist, die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie einer vom 35 Fahrer erkannten Gesamtverlaufsform einer Straße folgt, einer zweiten Lenkfrequenzkomponente, die auf einer höheren Frequenzseite als die erste Lenkfrequenzkomponente ist und die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie einer vom Fahrer erkannten Straßenform vor dem Kraftfahrzeug folgt und eine dritte Lenkfrequenzkomponente, die auf einer höheren Frequenzseite als die zweite Lenkfrequenzkomponente ist und die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie eine Kraftfahrzeuglage auf der Straße fein berichtigt; und einen Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt des Berechnens, aus den Lenkfrequenzkomponenten, eines ersten Lenkbetätigungsfaktors, der einen Anteil vorausschauenden Lenkens angibt, das ausgeführt ist, um der Gesamtverlaufsform der Straße zu begegnen, eines zweiten Lenkbetätigungsfaktors, der einen Anteil des berichtigenden Lenkens angibt, das bezüglich des vorausschauenden Lenkens ausgeführt ist, und eines dritten Lenkbetätigungsfaktors, der die Glätte der Lenkbetätigung anzeigt, und des Abschätzens eines Fahraufmerksamkeitsgrades auf der Grundlage der berechneten Lenkbetätigungsfaktoren.

45 Der Vorteil des Verfahrens der vorliegenden Erfindung beruht darauf, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad während der Fahrt des Fahrzeugs auf der Grundlage der Vielzahl von Lenkfrequenzkomponenten genau geschätzt werden kann. Es ist daher möglich, eine unordentliche Lenkbetätigung genau zu erfassen, die durch geistige Abwesenheit des Fahrers während eintöniger Fahrt verursacht sein kann, oder wenn der Fahrer von der Straße wegschaut. Dabei ist die Fahraufmerksamkeitsbeurteilung weniger durch Variationen unter Individuen betroffen, verglichen mit dem Fall, bei dem der Fahraufmerksamkeitsgrad nur auf der Grundlage der vorausschauenden Lenkkomponente bestimmt wird. Dementsprechend ist es nötig, verschiedene Vorgabewerte zum Bestimmen der Fahraufmerksamkeit festzusetzen, damit die Betätigungscharakteristiken individueller Fahrer angepaßt werden.

Vorzugsweise schließt das Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren bezüglich des Aufmerksamkeitsbestimmungsschrittes folgendes mit ein:

55 Berechnen des ersten Lenkbetätigungsfaktors auf der Grundlage eines Verhältnisses der zweiten Lenkfrequenzkomponente zur ersten Lenkfrequenzkomponente; Berechnen des zweiten Lenkbetätigungsfaktors auf der Grundlage eines Verhältnisses der dritten Lenkfrequenzkomponente zur zweiten Lenkfrequenzkomponente; und Berechnen des dritten Lenkbetätigungsfaktors auf der Grundlage der dritten Lenkfrequenzkomponente.

Bei dieser bevorzugten Ausführungsform kann ein Fahraufmerksamkeitsgrad erhalten werden, der die Fahrlenkbetätigung gut widerspiegelt, wobei richtige Fahraufmerksamkeitsbeurteilung erlaubt wird.

60 Weiterhin bevorzugt schließt das Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren bezüglich des Aufmerksamkeitsbestimmungsschrittes folgendes mit ein: Erhalten diesbezüglicher Logarithmen der drei Lenkfrequenzkomponenten; Berechnen des ersten Lenkbetätigungsfaktors auf der Grundlage eines Verhältnisses des Logarithmus der zweiten Lenkfrequenzkomponente zum Logarithmus der ersten Lenkfrequenzkomponente Berechnen des zweiten Lenkbetätigungsfaktors auf der Grundlage eines Verhältnisses des Logarithmus der dritten Lenkfrequenzkomponente zum Logarithmus der zweiten Lenkfrequenzkomponente; und Berechnen des dritten Lenkbetätigungsfaktors auf der Grundlage des Logarithmus der dritten Lenkfrequenzkomponente.

Immer noch bevorzugt schließt beim Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren bezüglich des Aufmerksamkeitsbe-

stimmungsschrittes Abschätzen des Fahraufmerksamkeitsgrades mit ein, so daß der Fahraufmerksamkeitsgrad sich mit der Verringerung des Grades der Lenkbetätigungsfaktoren verringert.

Bevorzugt schließt bei dem Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren der Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt das Nehmen von Proben von den Lenkwinkeldaten mit ein, wie die ersten, zweiten und dritten Lenkfrequenzkomponenten, die in einen Frequenzbereich von 0,1 bis 0,25 Hz bzw. einen Frequenzbereich von 0,25 bis 0,60 Hz bzw. einen Frequenzbereich von 0,67 bis 1,4 Hz fallen.

Weiterhin vorzugsweise schließt beim Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt das Durchführen von Fuzzy-Schlußfolgerung auf der Grundlage von diesbezüglichen Graden von Lenkfrequenzkomponenten mit ein und eine Vielzahl von Fuzzy-Regeln, die im vornherein festgelegt sind, um dadurch den Fahraufmerksamkeitsgrad abzuschätzen. Bevorzugt schließt beim Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt das Erhalten der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren als Fuzzy-Variablen mit ein, und das Durchführen der Fuzzy-Schlußfolgerung durch das Verwenden von Fuzzy-Regeln, die vorschreiben, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad mit der Verringerung des Grades der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren absinkt.

Bevorzugt schließt beim Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt das Erhalten der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren als Fuzzy-Variablen mit ein, und das Durchführen der Fuzzy-Schlußfolgerung durch Verwendung von Fuzzy-Regeln, die vorschreiben, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad mit dem Ansteigen des Grades der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren ansteigt.

Vorzugsweise weist das Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren einen Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsschritt zum Erfassen der Fahrzeuggeschwindigkeit auf. Der Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt schließt das Erfassen der Vielzahl von Lenkfrequenzkomponenten nur mit ein, wenn ein Fahrzeugbetriebszustand, bei dem die Fahrzeuggeschwindigkeit höher als ein vorbestimmter Wert oder gleich diesem ist und auch der Lenkwinkel kleiner als ein vorbestimmter Lenkwinkel oder gleich diesem ist, für eine vorbestimmte Zeitperiode fortgesetzt wird. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform kann der Fahraufmerksamkeitsgrad während einem zur Fahraufmerksamkeitsschätzung geeigneten Fahrzeugbetriebszustand richtig geschätzt werden.

Vorzugsweise weist das Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren weiterhin einen Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsschritt zum Erfassen der Fahrzeuggeschwindigkeit auf; und einen Fahrzeuggeschwindigkeitskorrigierschritt zum Korrigieren des Fahraufmerksamkeitsgrades zu höheren Werten, der beim Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt geschätzt worden ist, als das Kraftfahrzeug mit geringer Fahrzeuggeschwindigkeit gefahren ist. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform ist es möglich ein Absinken der Fahraufmerksamkeit im Bereich niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit davor zu bewahren, überschätzt zu werden.

Vorzugsweise weist das Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren weiterhin einen Warnschritt zum Warnen auf, daß die Fahraufmerksamkeit gering ist, wenn der beim Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt geschätzte Fahraufmerksamkeitsgrad geringer ist als ein vorbestimmter Grad. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform wird der Fahrer vor einem Absinken der Aufmerksamkeit gewarnt und somit an sicheres Fahren erinnert, wodurch mögliche Gefahr eliminiert werden kann.

Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung sichtbar werden, wenn sie in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen aufgenommen wird, die bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Wege des Beispiels darstellen.

Die vorliegende Erfindung wird aus der ausführlichen Beschreibung vollständiger verstanden werden, die unten gegeben wird, und den beigefügten Zeichnungen, die nur im Wege der Darstellung gegeben werden, und somit nicht begrenzend für die vorliegende Erfindung sind, und bei denen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Ausführen eines Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 2 eine Kurve ist, die die Beziehung der Straßenformkomponente, visuellen Komponente und Korrekturkomponente der Lenkwinkeldaten zur Frequenz zeigt;

Fig. 3 eine Kurve ist, die mit der Vorhersagbarkeit P verbundene Mehrwertmengenteilmengen und die Teilmengen bestimmende Mitgliedschaftsfunktionen zeigt;

Fig. 4 eine Kurve ist, die mit der Anstrengung Q verbundene Mehrwertmengenteilmengen und die Teilmengen bestimmende Mitgliedschaftsfunktionen zeigt.

Fig. 5 eine Kurve ist, die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbundene Mehrwertmengenteilmengen und die Teilmengen bestimmende Mitgliedschaftsfunktionen zeigt;

Fig. 6 eine Kurve ist, die eine Fahrzeuggeschwindigkeit V-Bezugswert K_V -Karte zeigt, die zur fahrzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur eines Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert verwendet wird;

Fig. 7 eine Kurve ist, die eine Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswertkorrekturkarte zeigt, die für eine fahrzeuggeschwindigkeitsabhängige Korrektur eines Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerts verwendet wird.

Fig. 8 ein Flußdiagramm ist, das einen Teil einer Fahraufmerksamkeitsbewertungsroutine zeigt, die von einem in Fig. 1 gezeigten Computer ausgeführt wird;

Fig. 9 ein Flußdiagramm ist, das einen anderen Teil der Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsroutine zeigt, der auf den in Fig. 8 gezeigten Teil folgt.

Fig. 10 ein Flußdiagramm ist, das wieder einen anderen Teil der Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsroutine zeigt, der auf den in Fig. 9 gezeigten Teil folgt;

Fig. 11 ein Flußdiagramm ist, das den verbleibenden Teil der Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsroutine zeigt, die auf den in Fig. 10 gezeigten Teil folgt;

Fig. 12 eine Darstellung eines Warnzeichens ist, der auf einer Anzeige gezeigt wird, wenn die Fahraufmerksamkeit niedrig ist; und

Fig. 13 eine Darstellung einer Fahraufmerksamkeitsgradanzeige ist.

Bezugnehmend auf Fig. 1, ist eine Vorrichtung zum Ausführen eines Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahrens ge-

maß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an einem Kraftfahrzeug angebracht und weist einen Lenkwinkelsensor 10 auf, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 20, einen Computer 30, eine Anzeigevorrichtung 40 und einen signalisierenden Klanggenerator 50.

Bei der Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsvorrichtung dieser Ausführungsform schließt der Lenkwinkelsensor 10 z. B. eine Schlitzscheibe mit ein, die an der Lenkwelle des Fahrzeugs zur Rotation mit ihr angebracht ist, und zwei an der Lenksäule befestigte Photounterbrecher, obwohl nicht im Einzelnen dargestellt. Jeder Photounterbrecher ist aus einer lichtaussendenden Diode und einem Phototransistor zusammengesetzt, der auf der Seite der Schlitzscheibe gegenüber der lichtaussendenden Diode angeordnet ist, um der Diode mit der Schlitzscheibe dazwischen gegenüberzustehen. Da es dem Licht erlaubt ist durch die Schlitzscheibe zu fallen oder es von der Schlitzscheibe unterbrochen wird, aufgrund der Betätigung des Lenkrads durch den Fahrer, geben die Photounterbrecher Lenkpulssignale mit verschiedenen Phasen bei vorbestimmten Lenkwinkeln aus. Der Lenkwinkelsensor 10 schließt weiterhin einen eine neutrale Position erfassenden Abschnitt mit ein, zum Erzeugen eines Signals für eine neutrale Position, jedesmal wenn das Lenkrad eine neutrale Position einnimmt, und einen Signalverarbeitungsabschnitt zum Erhalten von Daten, die bei Lenkwinkel (Lenkradposition) auf der Grundlage der Lenkpulssignale und des Signals für die neutrale Position darstellen.

Obwohl im Einzelnen nicht dargestellt, schließt der Geschwindigkeitssensor 20 z. B. einen Permanentmagneten mit ein, der über ein Tachometerkabel mit der Ausgangswelle eines im Fahrzeuge installierten Getriebes, und ein den Magneten gegenüberliegender Reed-Schalter, und wie die magnetischen Pole sich auf den Reed-Schalter während der Rotation der Magneten, die durch die Rotation der Getriebeausgangswelle verwendet wird, zu oder von ihm wegbewegen, öffnen sich oder schließen sich die Reed-Schalter-Kontakte, wobei sie dadurch ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal erzeugen. Auch der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 20 hat einen signalverarbeitenden Abschnitt zum Erhalten Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten auf der Grundlage des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals.

Der Computer 30 schließt eine zentrale Verarbeitungseinheit mit ein, einen Speicher, Eingangs-/Ausgangseinheiten, Zeitgeber usw. (von denen keine gezeigt sind), und bestimmt die Fahraufmerksamkeit auf der Grundlage von Lenkwinkeldaten von dem Lenkwinkelsensor 10 und Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 20, wie später beschrieben. In Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Bestimmung zeigt der Computer 30 eine Warnung auf der Anzeigevorrichtung 40 an, und verursacht auch den signalisierenden Klanggenerator, einen signalisierenden Klang auszusenden, wenn die Warnung angezeigt wird.

Die Anzeigevorrichtung 40 weist z. B. eine nicht gezeigte Kopfhöhenanzeige (Frontwindschutzscheibenanzeige) auf, die entweder einen digitalen Wert der Fahrzeuggeschwindigkeit oder ein Warnzeichen als virtuelles Bild in der Tiefe der Frontwindschutzscheibe des Fahrzeugs anzeigt. Diese Anzeige hat eine innerhalb des Armaturenbretts des Fahrzeugs angeordnete Anzeigeeinheit, und einen Kombinator, der ein dünner reflektierender Film ist, der in einem vorbestimmten Bereich der Innenraumseitenoberfläche der Windschutzscheibe gebildet ist, als Teil einer Glasschicht während der Herstellung der Windschutzscheibe. Die Anzeigeeinheit schließt eine Hochintensitätsfluoreszenzanzeigeröhre zum Anzeigen des Abbilds eines digitalen Fahrzeuggeschwindigkeitswertes oder eines Warnzeichens, und einen reflektierenden Spiegel zum Reflektieren des digitalen Abbilds usw. zum Kombinator mit ein.

Der signalisierende Klanggenerator 50 weist z. B. einen am Armaturenbrett angeordneten Summer auf.

Die Funktionen des Computers 30 werden jetzt mit Bezug auf Fig. 1 erklärt werden. Der Computer 30 schließt einen Lenkwinkeldatensamplingabschnitt 31 zum Sampling der Lenkwinkeldaten vom Lenkwinkelsensor 10 bei vorbestimmten Intervallen von z. B. 0,1 Sekunden mit ein, einen Fahrzeuggeschwindigkeitsdatensamplingabschnitt 32 zum Sampling der Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 20 bei vorbestimmten Zeitintervallen und einen Fahrzustandsbestimmungsabschnitt 33 zum Bestimmen auf der Grundlage der Lenkwinkeldaten und der Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten, ob das Fahrzeug in einem Zustand fährt, der für die Fahraufmerksamkeitsbeurteilung geeignet ist, oder nicht.

Der Computer 30 schließt ferner einen Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 mit ein, zum Unterwerfen der Lenkwinkeldaten, die von dem Lenkwinkeldatensamplingabschnitt 31 gesampelt sind, einer Frequenzanalyse, um diesbezügliche Pegel von Lenkfrequenzkomponenten verschiedener Frequenzbänder aus den Lenkwinkeldaten zu erfassen, und einen Mehrwertmengenschlußfolgerungsabschnitt 35 zum Durchführen von Mehrwertmengenschlußfolgerung auf der Grundlage von Lenkfrequenzkomponenten und einer Vielzahl von Mehrwertmengenregeln.

Der Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 dieser Ausführungsform erhält einen Pegel A der ersten Lenkfrequenzkomponente, die der Lenkbetätigung (Straßenformverfolgungslenken) des Fahrers gemäß der Straßenform (Form des Fahrzeugfahrverlaufs) entspricht, einen Pegel B der zweiten Lenkfrequenzkomponente, die dem visuellen Lenken des Fahrers entspricht, und einen Pegel C der dritten Lenkfrequenzkomponente, die dem Korrekturlenken des Fahrers (siehe Fig. 2) entspricht.

Die erste Lenkfrequenzkomponente spiegelt eine verhältnismäßig starke Manipulation des Lenkrads durch den Fahrer in Fällen wieder, wo das Fahrzeug auf einer Straße bewegt wird, die von verschiedenen Formen sein kann, so wie ein gerader Verlauf oder ein gewundener Verlauf, und fällt typischerweise in einen Frequenzbereich von 0,1 bis 0,25 Hz. Die Lenkfrequenzkomponente 0,1 Hz entspricht einer einzelnen Manipulation des Lenkrads in 10 Sekunden und die Lenkfrequenzkomponente 0,25 Hz entspricht einer Lenkradmanipulation in 4 Senkungen. Die zweite Lenkfrequenzkomponente ist der visuellen Lenkkomponente äquivalent, die ein der Veröffentlichung "Research on Driver's Steering Control Characteristic" in dem Symposium "Sports and Human Dynamics" von der Japanischen Gesellschaft mechanischer Ingenieure dargestellt ist, und spiegelt eine Lenkradmanipulation gemäß des Straßenzustands unmittelbar vor dem Fahrzeug wieder. Die zweite Lenkfrequenzkomponente ist auf einer höheren Frequenzseite als die erste Lenkfrequenzkomponente und fällt typischerweise in einen Frequenzbereich von 0,25 bis 0,67 Hz. Die dritte Lenkfrequenzkomponente spiegelt eine Lenkradmanipulation wieder, um die Fahrzeugposition auf der Straße fein zu korrigieren, ist auf einer höheren Frequenzseite als die zweite Lenkfrequenzkomponente, und fällt typischerweise in einen Frequenzbereich von 0,67 bis 1,4 Hz. Die Erfinder hiervon haben festgestellt, daß der visuelle Lenkkomponentenpegel die Fahraufmerksamkeit des Fahrers darstellt, und auch, daß der visuelle Lenkkomponentenpegel, der mit der Lenkbetätigung verbunden ist, mit jedem Fahrer selbst bei denselben Fahrzuständen variiert. Es ist nämlich, nun mit hoher Genauigkeit durch Benutzen nur

der visuellen Lenkkomponente, die beträchtlicher Variation unter einzelnen Fahrern unterworfen ist, die Fahraufmerksamkeit zu bestimmen, notwendig, daß diskriminierende Referenzwerte festgesetzt werden, um an die einzelnen Fahrer angepaßt zu sein.

Daher wird bei dieser Ausführungsform die Fahraufmerksamkeit durch Benutzen nicht nur der zweiten Lenkfrequenzkomponente als der visuellen Lenkkomponente bestimmt, sondern auch der ersten Lenkfrequenzkomponente, die dem Straßenformverfolgungslernen entspricht und der dritten Lenkfrequenzkomponente, die dem Korrekturlernen entspricht, wobei dadurch der obige Nachteil beseitigt wird.

Bei dieser Ausführungsform führt der Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 7-Punkt-, 15-Punkt- und 41-Punkt-Bewegungsmittelwertberechnungen durch, die diesbezüglichen drei Tiefpaßfiltern entsprechen, die Abschneidefrequenzen von 1,4 Hz, 0,67 Hz bzw. 0,25 Hz haben. Die erste Lenkfrequenzkomponente ist vom 41-Punkt-Bewegungsmittelwert abgeleitet, die zweite Lenkfrequenzkomponente wird durch Subtrahieren des 41-Punkt-Bewegungsmittelwerts vom 15-Punkt-Bewegungsmittelwert erhalten und die dritte Lenkfrequenzkomponente wird durch Subtrahieren des 15-Punkt-Bewegungsmittelwerts vom 7-Punkt-Bewegungsmittelwert erhalten. Diese Lenkfrequenzkomponenten entsprechen Bandpaßfilterausgangssignalen, die in der Frequenzanalyse gemäß einem Filterreihenverfahren erhalten werden. Mit anderen Worten erhält der Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 die ersten, zweiten und dritten Lenkfrequenzkomponenten durch Unterwerfen der Lenkwinkeldaten einer Frequenzanalyse.

Ferner wird bei dieser Ausführungsform der Grad von Fahraufmerksamkeit mit Hilfe von Mehrwertmengenschlußfolgerung geschätzt, anstatt eines Verfahrens, bei dem der Fahraufmerksamkeitsgrad durch lediglich Vergleichen jedes der ersten, zweiten und dritten Lenkfrequenzkomponentenpegel mit einem diskriminierenden Referenzwert bestimmt wird. Spezifischerweise werden Vorhersagbarkeit P, Anstrengung Q und Reziprokwert R der Überlegtheit im Zusammenhang mit der Lenkbetätigung des Fahrers als Mehrwertmengenveränderliche erhalten, auf der Grundlage von einem oder mehreren der entsprechenden ersten, zweiten und dritten Lenkfrequenzkomponentenpegel A, B und C (Fig. 2). Die Vorhersagbarkeit gibt den Grad an, bis zu dem die Straßenform vorhergesagt wird, die Anstrengung gibt den Korrekturgrad bezüglich der Vorhersage von, und die Überlegtheit gibt die Ruhe beim Betätigen des Lenkrads an. Ferner werden Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerte, die die Verhältnisse der Vorhersagbarkeit, Anstrengung und Überlegtheit bei der Lenkbetätigung darstellen durch Mehrwertmengenschlußfolgerung auf der Grundlage von Mehrwertmengenveränderlichen und Mehrwertmengenregeln erhalten.

Im allgemeinen sind, wenn die Fahraufmerksamkeit hoch ist, die Verhältnisse der Vorhersagbarkeit und Überlegtheit groß, wohingegen das Verhältnis der Anstrengung klein ist. Andererseits sind, wenn die Fahraufmerksamkeit niedrig ist, die Verhältnisse der Vorhersagbarkeit und Überlegtheit klein, und ist das Verhältnis der Anstrengung groß. Dementsprechend ist es durch Durchführen von Mehrwertmengenschlußfolgerung, wobei die Vorhersagbarkeit P, die Anstrengung Q und der Reziprokwert R der Überlegtheit als Mehrwertmengenveränderliche verwendet werden, möglich, den Fahraufmerksamkeitsgrad zu quantisieren, wobei somit eine richtige Auswertung des Fahraufmerksamkeitsgrads erlaubt wird.

Gemäß dieser Ausführungsform erhält der Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 die Vorhersagbarkeit (erster Lenkbetätigungsfaktor) P aus den ersten und zweiten Lenkfrequenzkomponentenpegeln A und B, erhält er die Anstrengung (zweiter Lenkbetätigungsfaktor) Q aus den zweiten und dritten Lenkfrequenzpegeln B und C, und erhält es den Reziprokwert (dritter Lenkbetätigungsfaktor) R der Überlegtheit aus dem dritten Lenkfrequenzkomponentenpegel C. Spezifischer werden die Vorhersagbarkeit P, die Anstrengung Q und der Reziprokwert R der Überlegtheit gemäß der folgenden Gleichungen berechnet:

$$P = \log (200A) / \log (200 B)$$

$$Q = \log (200C) / \log (200 B)$$

$$R = 10 \log (200 C).$$

Im Mehrwertmengenschlußfolgerungsabschnitt 35 werden Mehrwertmengenteilmengen festgesetzt, diesbezüglich verbunden mit der Vorhersagbarkeit P, der Anstrengung Q und dem Reziprokwert R der Überlegtheit. In Fig. 3 sind die Symbole SS_P, MS_P, ML_P und LL_P Aufschriften, die diesbezüglich erste bis vierte Mehrwertmengenteilmengen im allgemeinen des Diskurses (Trägermenge) anzeigen, verbunden mit der Vorhersagbarkeit P, und sind die Symbole h_{SSP}, h_{MSP}, h_{MLP} und h_{LLP} erste bis vierte Mitgliedschaftsfunktionen, die die ersten bis vierten Mehrwertmengenteilmengen SS_P, MS_P, ML_P bzw. LL_P definieren.

Die erste Mitgliedschaftsfunktion h_{SSP} ist so festgesetzt, daß die Anpaßbarkeit bei "1,0" innerhalb eines Bereichs der Vorhersagbarkeit P von "0,5" bis "0,7" festgelegt wird, von "1,0" auf "0" abfällt, mit dem Anwachsen der Vorhersagbarkeit P von "0,7" bis "0,9", und bei "0,0" festgelegt wird, wo die Vorhersagbarkeit P größer als "0,9" ist.

Die zweite Mitgliedschaftsfunktion h_{MSP} ist so festgesetzt, daß die Anpaßbarkeit von "0,0" bis "1,0" ansteigt, mit Anstieg der Vorhersagbarkeit P von "0,6" bis "0,95", sie von "1,0" bis "0,0" abfällt, mit Anwachsen der Vorhersagbarkeit P von "0,95" bis "1,2", und bei "0,0" festgelegt wird, wo die Vorhersagbarkeit P außerhalb dieser Bereiche ist.

Die dritte Mitgliedschaftsfunktion h_{MLP} ist so festgesetzt, daß die Anpaßbarkeit von "0,0" auf "1,0" ansteigt, mit Ansteigen der Vorhersagbarkeit P von "0,9" auf "1,25", sie von "1,0" bis "0,0" abfällt, mit Anwachsen der Vorhersagbarkeit P von "1,25" bis "1,6", und sie bei "0,0" festgelegt ist, wo die Vorhersagbarkeit P außerhalb dieser Bereiche ist.

Die vierte Mitgliedschaftsfunktion h_{LLP} ist so festgesetzt, daß die Anpaßbarkeit bei "0,0" festgelegt ist, wo die Vorhersagbarkeit P kleiner als "1,2" ist, sie von "0,0" bis "1,0" ansteigt, mit Anstieg der Vorhersagbarkeit P von "1,2" bis "1,6", und sie bei "1,0" festgelegt ist, wo die Vorhersagbarkeit P größer als "1,6" ist.

Wie in Fig. 4 gezeigt, sind die ersten bis vierten Mitgliedschaftsfunktionen h_{SSQ}, h_{MSQ}, h_{MLQ} bzw. h_{LLQ}, die die ersten bis vierten Mehrwertmengen SS_Q, MS_Q, ML_Q und LL_Q definieren, mit Bezug auf die Anstrengung Q festgesetzt, obwohl eine ausführliche Beschreibung hier nicht gegeben wird. Ähnlich sind, wie in Fig. 5 gezeigt, die ersten bis vierten Mitgliedschaftsfunktionen h_{SSR}, h_{MSR}, h_{MLR} bzw. h_{LLR}, die die ersten bis vierten Mehrwertmengen SS_R, MS_R, ML_R und LL_R definieren, mit Bezug auf den Reziprokwert R der Überlegtheit festgesetzt.

In dem Mehrwertmengenschlußfolgerungsabschnitt 35 sind die folgenden acht Mehrwertmengenregeln festgesetzt:
[Erste Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die vierte Mehrwertmenge LL_P, die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die vierte Mehrwertmenge LL_Q, die

mit der Anstrengung Q verbunden ist und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die erste Mehrwertmenge SS_R , die mit deren Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein zweiter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_1 verwendet.

[Zweite Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die zweite Mehrwertmenge MS_P , die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die vierte Mehrwertmenge LL_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die erste Mehrwertmenge SS_R , die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein zweiter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_2 verwendet.

[Dritte Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die dritte Mehrwertmenge ML_P , die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die zweite Mehrwertmenge MS_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die zweite Mehrwertmenge MS_R , die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein dritter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_3 verwendet.

[Vierte Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die zweite Mehrwertmenge MS_P , die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die zweite Mehrwertmenge MS_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die zweite Mehrwertmenge MS_R , die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein vierter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_4 verwendet.

[Fünfte Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die zweite Mehrwertmenge MS_P , die mit Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die zweite Mehrwertmenge MS_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die dritte Mehrwertmenge ML_R , die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein fünfter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_5 verwendet.

[Sechste Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die zweite Mehrwertmenge MS_P , die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die dritte Mehrwertmenge ML_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die dritte Mehrwertmenge ML_R , die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein sechster Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_6 verwendet.

[Siebte Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die erste Mehrwertmenge SS_P , die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die dritte Mehrwertmenge ML_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die vierte Mehrwertmenge LL_R , die mit dem Reziprokwert der Überlegtheit verbunden ist, wird als siebenter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_7 verwendet.

[Achte Regel] Der kleinste Wert unter der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die erste Mehrwertmenge SS_P , die mit der Vorhersagbarkeit P verbunden ist, der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die erste Mehrwertmenge SS_Q , die mit der Anstrengung Q verbunden ist, und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die vierte Mehrwertmenge LL_R , die mit dem Reziprokwert R der Überlegtheit verbunden ist, wird als ein achter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_8 verwendet.

Die ersten bis achten Regeln sind in der Reihenfolge vom höchsten Fahraufmerksamkeitsgrad angeordnet, wie in der Tabelle unten gezeigt. Es werden nämlich die ersten bis achten Regeln in solcher Weise vorgegeben, daß, je höher die Fahraufmerksamkeit, desto höhere Werte der Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerte durch Regeln näher an der ersten Regel vorgegeben werden.

TABELLE

	Vorhersagbarkeit P	Anstrengung Q	Überlegtheit 1/R	Aufmerksamkeitsgrad
45				
50	Erste Regel	LL	LL	LL
55	Zweite Regel	MS	LL	L
	Dritte Regel	ML	MS	ML
	Vierte Regel	MS	MS	M
60	Fünfte Regel	MS	MS	MS
	Sechste Regel	MS	ML	S
	Siebte Regel	SS	ML	SS
65	Achte Regel	SS	SS	SSS

Im Prinzip wird, wie auf der Tabelle oben gesehen, je höher die Pegel von Vorhersagbarkeit, Anstrengung und Überlegtheit, desto höher die Fahraufmerksamkeit zu sein geschätzt. Zum Beispiel wird, wo ein Lenken durchgeführt wird,

bei dem die Vorhersagbarkeit P groß ist (LL), die Anstrengung Q groß ist, und auch die Überlegtheit (1/R) groß ist, und somit die Anpaßbarkeit der ersten Regel an die Lenkbetätigung groß ist, der Fahraufmerksamkeitsgrad der größte zu sein geschätzt. Andererseits wird, wo die Vorhersagbarkeit klein ist (SS), die Anstrengung klein ist, und auch die Überlegtheit klein ist, und somit die Anpaßbarkeit der achten Regel groß ist, der Fahraufmerksamkeitsgrad der niedrigste zu sein geschätzt (SSS).

Der Mehrwertmengenschlußfolgerungsabschnitt 35 berechnet die Summe " $1,0h_1 + 0,8h_2 + 0,6h_3 + 0,5h_4 + 0,4h_5 + 0,3h_6 + 0,2h_7$ " von Produkten, die durch Multiplizieren jedes der ersten bis siebenten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerte h_1 bis h_7 mit einem entsprechenden von ersten bis siebenten Koeffizienten 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; und 0,2 erhalten werden, und dividiert die somit erhaltene Summe von Produkten durch die Summe der ersten bis achten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerten h_1 bis h_8 , um einen Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert G' vor der fahzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur zu erhalten. Der Ausgangswert G' gibt einen schwerpunktbezogenen Wert der diesbezüglichen Anpaßbarkeit der ersten bis achten Regeln der Lenkbetätigung an.

Der Computer 30 schließt ferner einen Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsabschnitt 36 zum Berechnen der Fahrzeuggeschwindigkeit aus den durch den Fahrzeuggeschwindigkeitsdatensamplingabschnitt 32 gesampelten Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten mit ein, und einen Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturabschnitt 37. Im Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturabschnitt 37 wird der Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert G' , der durch den Mehrwertmengenschlußfolgerungsabschnitt 35 erhalten worden ist, auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit V , die vom Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsabschnitt 36 berechnet worden ist, korrigiert, wobei man dadurch einen Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert G nach der fahzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur (fahrzeuggeschwindigkeitskorrigierter Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert) erhält, der den Fahraufmerksamkeitsgrad darstellt.

Spezifisch erhält, bei dieser fahzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur, der Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturabschnitt 37 einen Referenzwert K_V ($0 \leq K_V \leq 1$), abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit V , durch Ablesen von einer Fahrzeuggeschwindigkeits K_V -Referenzwert K_V -Karte, gezeigt in Fig. 6. Es wird nämlich, in Übereinstimmung mit der Karte von Fig. 6, der Referenzwert K_V auf den Wert "1" festgesetzt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V niedriger als eine erste vorbestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit V_{REF1} (z. B. 50 km/h) ist, vom Wert "1" auf "0" herabgesetzt, mit Anwachsen der Fahrzeuggeschwindigkeit V innerhalb des Bereichs von der ersten vorbestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit V_{REF1} bis zu einer zweiten vorbestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit V_{REF2} (z. B. 100 km/h), und wird auf den Wert "0" festgesetzt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V höher ist als die zweite vorbestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit V_{REF2} .

Nachfolgend liest der Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturabschnitt 37 eine in Fig. 7 gezeigte Mehrwertmengenschlußfolgerungskorrekturkarte ab, um einen fahzeuggeschwindigkeitskorrigierten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert G auf der Grundlage des Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswertes G' vor der fahzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur und des Referenzwerts K_V zu erhalten. Wie aus der Korrekturkarte von Fig. 7 gesehen, wird keine wesentliche fahzeuggeschwindigkeitsabhängige Korrektur bewirkt, wenn der Referenzwert K_V "0" ist, und ein größerer Wert wird zur Vergrößerungskorrektur des Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswertes G' vor der Fahrzeuggeschwindigkeitskorrektur mit Anwachsen des Referenzwerts K_V angewendet. Ferner variiert dieser Vergrößerungskorrekturwert in Abhängigkeit von der Größe des Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswertes G' ; er ist bei einem Maximum, wenn der Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert G' nahe ungefähr 0,2 ist und nimmt sowohl mit Anwachsen als auch Abnehmen von ungefähr 0,2 ab. Die Karten von Fig. 6 und 7 dienen dazu, eine Senkung der Fahraufmerksamkeit besonders in einem Niedrigfahrzeuggeschwindigkeitsbereich davor zu bewahren, überschätzt zu werden, und sie sind z. B. durch tatsächliches Bewegen eines mit der Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsvorrichtung ausgerüsteten Fahrzeugs festgelegt.

Der Anzeigenausgangsabschnitt 38 des Computers 30 betreibt die Anzeigevorrichtung 40 und den signalisierenden Klanggenerator 50 in Übereinstimmung mit dem Ergebnis eines Vergleichs zwischen der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturabschnitt 37 erhaltenen Fahraufmerksamkeit und diskriminierenden Referenzwerten.

Die Betriebsweise der Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsvorrichtung, wie oben konstruiert, wird jetzt erklärt werden. Während der Fahrt des Fahrzeugs führt der Computer 30 der Vorrichtung eine in Fig. 8 bis 11 gezeigte Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsroutine aus. Bei dieser Beurteilungsroutine startet der Computer 30, als der Lenkwinkeldatensamplingabschnitt 31 und der Fahrzeuggeschwindigkeitsdatensamplingabschnitt 32, einen Zeitgeber (nicht gezeigt) zum Messen der Zeit t , die vom Start des Sampling (Schritt S1), und startet das Sampling der Lenkwinkeldaten X_i vom Lenkwinkelsensor 10 und der Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten V_i vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 20 (Schritt S2). Dieses Sampling wird bei Intervallen von z. B. 0,1 Sekunden ausgeführt. Nachfolgend bestimmt der Computer 30, als der Fahrzustandsbestimmungsabschnitt 33, ob die im gegenwärtigen Zyklus gesampelte Fahrzeuggeschwindigkeit V_i höher ist als ein vorbestimmter Wert V_{REF3} (z. B. 40 km/h) (Schritt S3), und ob das Ergebnis der Entscheidung Ja ist, bestimmt der Computer 30, ob der Absolutwert $|X_i|$ der gegenwärtig gesampelten Lenkwinkel X_i kleiner ist als ein vorbestimmter Wert X_{REF} (z. B. 10 Grad) (Schritt S4). Wenn das Ergebnis der Entscheidung entweder bei Schritt S3 oder S4 Nein ist, daß heißt $V_i < V_{REF3}$ oder $|X_i| > X_{REF}$ wird geurteilt, daß das Bestimmen der Fahraufmerksamkeit bei solchem Fahrzeugfahrzustand unangemessen ist; daher wird der Zeitgeber zum Messen der Zeit t , die seit dem Start des Sampling vergangen ist, zurückgestellt (Schritt S5) und der Fluß der Routine kehrt zu Schritt S1 zurück.

Andererseits wird, wenn die Ergebnisse der Entscheidungen in den Schritten S3 und S4 beide Ja sind, bestimmt, ob die seit dem Start des Sampling vergangene Zeit t nicht länger ist als eine vorbestimmte Zeitdauer t_{REF} (z. B. 14 Sekunden) (Schritt S6), und wenn das Ergebnis der Entscheidung in diesem Schritt Nein ist, kehrt der Fluß der Routine zurück zu Schritt S1. Dementsprechend wird das Sampling der Lenkwinkeldaten X_i und Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten V_i fortgesetzt, während sowohl $V_i > V_{REF3}$ und $|X_i| < X_{REF}$ erfüllt sind, und die gesampelten Daten werden nacheinander in einem vorbestimmten Speicherbereich des Speichers (nicht gezeigt) des Computers 30 gespeichert.

Wenn das Ergebnis der Entscheidung in Schritt S6 bis zum Vergehen der vorbestimmten Zeitdauer t_{REF} nach dem Start des Sampling danach Ja wird, und dementsprechend Lenkwinkeldaten X_1 bis X_{140} und Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten V_1 bis V_{140} gesampelt worden sind, erhält der Computer 30, als der Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 nachein-

ander 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_j = (X_j + X_{j+1} + \dots + X_{j+6})/7$ für den Index $j (= 1, 2, \dots, 134)$ (Schritt S7). Die Zeitdauer der Berechnung der 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_j$, daß heißt 0,7 Sekunden, entspricht der Obergrenzenfrequenz 1,4 Hz für die Korrekturkomponente der Lenkwinkeldaten. Auch ist die 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_j$ aus den Lenkwinkeldaten in dieser Weise zu berechnen fast äquivalent mit Leiten
 5 der Lenkwinkeldaten durch einen Tiefpaßfilter mit einer Abschneidefrequenz von 1,4 Hz.

Spezifischer werden die 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel wie folgt berechnet: Zuerst wird, mit dem Index j auf den Anfangswert "1" gesetzt, ein erster 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_1 = (X_1 + X_2 + \dots + X_7)/7$ erhalten, dann mit dem gegenwärtigen Index j nacheinander durch "1" zu einem Zeitpunkt hochgesetzt, werden zweite und nachfolgende 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_j$ nacheinander erhalten, und schließlich wird, mit dem Index
 10 j auf den letzten Wert "134" festgesetzt, der letzte 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_{134} = (X_{134} + X_{135} + \dots + X_{140})/7$ erhalten. Die 134 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_1$ bis $X7_{134}$, die auf diese Weise erhalten werden, werden im Speicher gespeichert.

In Schritt 8 werden 15-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X15_k = (X_k + X_{k+1} + \dots + X_{k+14})/15$ nacheinander für den Index $k (= 1, 2, \dots, 126)$ erhalten und im Speicher gespeichert, wie im Fall der 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_j$, und im Schritt S9 werden 41-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X41_m = (X_m + X_{m+1} + \dots + X_{m+40})/41$ nacheinander für den Index $m (= 1, 2, \dots, 100)$ erhalten und im Speicher gespeichert. Die Berechnungszeitdauer der 15-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X15_k$, das heißt 1,5 Sekunden, entspricht der Untergrenzenfrequenz 0,67 Hz für die Korrekturkomponente (d. h. die Obergrenzenfrequenz für die visuelle Komponente) der Lenkwinkeldaten, und die Berechnungszeitdauer der 41-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X41_m$, das heißt 4,1 Sekunden,
 20 entspricht der Untergrenzenfrequenz 0,25 Hz für die visuelle Komponente (d. h. die Obergrenzenfrequenz für die Straßenformkomponente) der Lenkwinkeldaten.

Dann wird, in Schritt S10 ein Mittelwertlenkwinkel $X100 = (X_{21} + \dots + X_{120})/100$ für die mittleren 10 Sekunden während der Samplingzeitdauer erhalten und im Speicher gespeichert, und in Schritt S11 wird eine Mittelwertfahrzeuggeschwindigkeit $V100 = (V_{21} + V_{22} + \dots + V_{120})/100$ für die mittleren 10 Sekunden während der Samplingzeitdauer erhalten und im Speicher gespeichert. Die Berechnungszeitdauer des Mittelwertlenkwinkels $X100$, d. h. 10 Sekunden, entspricht der Untergrenzenfrequenz 0,1 Hz für die Straßenformkomponente der Lenkwinkeldaten.
 25

In Schritt S12 erhält der Computer 30 als der Lenkwinkeldatenverarbeitungsabschnitt 34 nacheinander die Absolutwerte von Werten, die durch Subtrahieren der Mittelwertlenkwinkel $X100$ von jedem der 41-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X41_m$, die mit dem Index $m (= 1, 2, \dots, 100)$ verbunden sind, erhalten werden und dividiert dann die Summe der Absolutwerte durch "100", um den Pegel A $(= (|X41_1 - X100| + |X41_2 - X100| + \dots + |X41_{100} - X100|)/100)$ der ersten Lenkfrequenzkomponente zu erhalten, die sich in den Lenkwinkeldaten im Verhältnis zum Straßenformverfolgungslenken manifestiert. In dem Fall, wo der berechnete Wert A kleiner ist als "0,05", wird der Wert "0,05" als der erste Lenkfrequenzkomponentenpegel A festgesetzt.
 30

In Schritt S13 erhält der Computer 30 nacheinander die Absolutwerte von Werten, die durch Subtrahieren der 41-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X41_m$, die mit dem Index $m (= 1, 2, \dots, 100)$ verbunden sind, von entsprechenden der 15-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X15_k$, die mit dem Index $k (= 14, 15, \dots, 113)$ verbunden sind, erhalten werden, und dividiert dann die Summe der Absolutwerte durch "100", um den Pegel B $(= (|X15_{14} - X41_1| + |X15_{15} - X41_2| + \dots + |X15_{113} - X41_{100}|)/100)$ der zweiten Lenkfrequenzkomponente zu erhalten, der dem visuellen Lenken entspricht. In dem Fall, wo der berechnete Wert B kleiner als "0,05" ist, wird der Wert "0,05" als zweiter Lenkfrequenzkomponentenpegel B festgesetzt.
 35
 40

In Schritt S14 erhält der Computer 30 nacheinander die Absolutwerte von Werten, die durch Subtrahieren der 15-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X15_k$, die mit dem Index $k (= 14, 15, \dots, 113)$ verbunden sind, von entsprechenden der 7-Punkt-Bewegungsmittelwertlenkwinkel $X7_j$, die mit dem Index $j (= 18, 19, \dots, 117)$ verbunden sind, erhalten werden, und dividiert dann die Summe der Absolutwerte durch "100", um den Pegel C $(= (|X7_{18} - X15_{14}| + |X7_{19} - X15_{15}| + \dots + |X7_{117} - X15_{113}|)/100)$ der dritten Lenkfrequenzkomponente zu erhalten, die dem Korrekturlenken entspricht. In dem Fall, wo der berechnete Wert C kleiner als "0,05" ist, wird der Wert "0,05" als der dritte Lenkfrequenzkomponentenpegel C festgesetzt.
 45

Dann wird in Schritt S15 die Vorhersagbarkeit P der Lenkbetätigung des Fahrers auf der Grundlage der ersten und zweiten Lenkfrequenzkomponentenpegel A und B berechnet, gemäß dem Ausdruck $P = \log(200A)/\log(200B)$, die Anstrengung Q auf der Grundlage der zweiten und dritten Lenkfrequenzkomponentenpegel B und C berechnet, gemäß dem Ausdruck $Q = \log(200C)/\log(200B)$, und der Reziprokwert R der Überlegtheit auf der Grundlage des dritten Lenkfrequenzkomponentenpegels C berechnet, gemäß dem Ausdruck $R = 10\log(200C)$. Die berechneten Werte P, Q und R werden im Speicher gespeichert.
 50

In Schritt S16 erhält der Computer 30 als der Mehrwertmengenschlußfolgerungsabschnitt 35 nacheinander die ersten bis achten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_1 bis h_8 , auf der Grundlage der Vorhersagbarkeit P, der Anstrengung Q, des Reziprokwerts R der Überlegtheit, und der acht Regeln. Zum Beispiel wird der erste Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_1 durch nacheinander Erhalten der Anpaßbarkeit der Vorhersagbarkeit P an die Mehrwertmenge SS_p , der Anpaßbarkeit der Anstrengung Q an die Mehrwertmenge SS_Q , und der Anpaßbarkeit des Reziprokwerts R der Überlegtheit an die Mehrwertmenge LL_R , dann Erhalten des kleinsten Werts unter den drei Anpaßbarkeiten und Speichern desselben im Speicher als des ersten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert h_1 , berechnet. Die Beschreibung der Art und Weise des Berechnens der anderen Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerte h_2 bis h_8 ist hier weggelassen.
 55
 60

Dann wird im Schritt S17 die Summe " $1,0h_1 + 0,8h_2 + 0,6h_3 + 0,5h_4 + 0,4h_5 + 0,3h_6 + 0,2h_7$ " der Produkte, die durch Multiplizieren der ersten bis siebenten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerte h_1 bis h_7 mit entsprechenden der ersten bis siebenten Koeffizienten 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3 und 0,2 erhalten werden, erhalten, und die somit erhaltene Summe wird durch die Summe der ersten bis achten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerte h_1 bis h_8 dividiert, um einen Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert zu erhalten, der die Fahraufmerksamkeit G' vor der fahrzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur darstellt. Der berechnete Wert G' wird im Speicher gespeichert.
 65

In Schritt S18 erhält der Computer 30 als der Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturabschnitt 37 den Referenzwert K_V ($0 < K_V < 1$), der der Mittelwertfahrzeuggeschwindigkeit V100 entspricht, durch Ablesen der in Fig. 6 gezeigten Fahrzeuggeschwindigkeit V – Referenzwert K_V -Karte, erhält er dann den fahrzeuggeschwindigkeitskorrigierten Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswert G auf der Grundlage des Mehrwertmengenschlußfolgerungsausgangswerts G' vor der fahrzeuggeschwindigkeitsabhängigen Korrektur und des Referenzwerts K_V , durch Ablesen der in Fig. 7 gezeigten Korrekturkarte, und speichert den berechneten Wert G im Speicher.

Nachfolgend bestimmt in Schritt S19 der Computer 30 als der Anzeigenausgangsabschnitt 38, ob der fahrzeuggeschwindigkeitskorrigierte Fahraufmerksamkeitsgrad G kleiner ist als ein erster diskriminierender Referenzwert G_{REF1} (z. B. 0,08). Wenn das Ergebnis dieser Entscheidung Ja ist, läßt der Computer 30 den Summer 50 erklingen und verursacht die Kopfhöhenanzeige 40 ein Warnzeichen, das in Fig. 12 gezeigt ist, auf der Windschutzscheibe für eine vorbestimmte Zeitdauer von zum Beispiel 2 Sekunden (Schritte S20, S21) anzuzeigen, zeigt dann ein "R"-Grad-Zeichen, das anzeigt, daß die Fahraufmerksamkeit äußerst gering ist, auf der Windschutzscheibe für z. B. 2 Sekunden an, wie in Fig. 13 gezeigt (Schritt S22).

Wenn in Schritt S19 geurteilt wird, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad G nicht kleiner ist als der erste diskriminierende Referenzwert G_{REF1} , wird dann bestimmt, ob der Fahraufmerksamkeitsgrad G kleiner ist als ein zweiter diskriminierender Referenzwert G_{REF2} (z. B. 0,21) (Schritt S23). Wenn das Ergebnis dieser Entscheidung Ja ist, wird ein "LOW"-Grad-Zeichen angezeigt (Schritt S24), das angibt, daß die Fahraufmerksamkeit niedrig ist.

Wenn in Schritt S23 geurteilt wird, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad G nicht kleiner ist, als der zweite diskriminierende Referenzwert G_{REF2} , dann wird bestimmt, ob der Fahraufmerksamkeitsgrad G kleiner ist als ein dritter diskriminierender Referenzwert G_{REF3} (z. B. 0,6) (Schritt S25). Wenn das Ergebnis dieser Entscheidung Ja ist, wird ein "MEDIUM"-Grad-Zeichen angezeigt (Schritt S26), das angibt, daß die Fahraufmerksamkeit von mittlerem Grad ist.

Wenn andererseits in Schritt S25 geurteilt wird, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad G nicht kleiner als der dritte diskriminierende Referenzwert G_{REF3} , wird ein "HIGH"-Grad-Zeichen, angezeigt (Schritt S27), das angibt, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad hoch ist.

Nachdem der Fahraufmerksamkeitsgrad in Schritt S22, S24, S26 oder S27 angezeigt wird, kehrt der Fluß der Routine auf Schritt S1 zurück.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die obige Ausführungsform beschränkt und verschiedene Modifikationen können gemacht werden.

In der obigen Ausführungsform, wird der Fahraufmerksamkeitsgrad durch Verwenden der Straßenformkomponente, visuellen Komponente und Korrekturkomponente als der ersten bis dritten Lenkfrequenzkomponenten der Lenkfrequenzdaten geschätzt, aber es ist nicht wesentlich, alle der ersten bis dritten Lenkfrequenzkomponenten für die Schätzung zu benutzen. Es kann nämlich der Fahraufmerksamkeitsgrad durch Verwenden von nur zwei Lenkfrequenzkomponenten geschätzt werden, die diesbezügliche verschiedene Frequenzbänder haben. Z.B. können die Straßenformkomponente und die visuelle Komponente, oder die visuelle Komponente und die Korrekturkomponente benutzt werden.

Ferner wird bei der Ausführungsform der Fahraufmerksamkeitsgrad durch Verwenden der Vorhersagbarkeit P, Anstrengung Q und Reziprokwert R der Überlegtheit als des ersten bis dritten Lenkbetätigungsfaktors geschätzt werden, aber es ist nicht wesentlich, diese Parameter P, Q und R zu benutzen. Z.B. ist es möglich, den Fahraufmerksamkeitsgrad auf der Grundlage des Verhältnisses (entsprechend der Vorhersagbarkeit P oder der Anstrengung Q) des Logarithmus einer von zwei Lenkfrequenzkomponenten, die diesbezügliche verschiedene Frequenzbänder haben, zu dem Logarithmus der anderen der beiden Komponenten, oder allgemeiner des Verhältnisses von einer der beiden Lenkfrequenzkomponenten zu der anderen, zu schätzen.

In dem Fall des Benutzens der Straßenformkomponente und der visuellen Komponente zum Schätzen des Fahraufmerksamkeitsgrades, wird die Vorhersagbarkeit vorzugsweise auf der Grundlage des Verhältnisses der Straßenformkomponente zur visuellen Komponente erhalten und ist die Schätzung so gemacht, daß, je niedriger die Vorhersagbarkeit, desto niedriger der Fahraufmerksamkeitsgrad. Andererseits wird, in dem Fall des Benutzens der visuellen Komponente und der Korrekturkomponente zum Schätzen des Fahraufmerksamkeitsgrades, vorzugsweise die Anstrengung auf der Grundlage des Verhältnisses der Korrekturkomponente zu der visuellen Komponente erhalten, und die Schätzung so gemacht, daß je niedriger die Anstrengung, desto niedriger der Fahraufmerksamkeitsgrad.

Bei der vorhergehenden Ausführungsform, werden die Straßenformkomponente, die visuelle Komponente und die Korrekturkomponente aus den Lenkwinkeldaten durch Durchführen einer Frequenzanalyse, die Bewegungsmittelwertberechnungen nach sich zieht, erhalten. Die Frequenzanalyse der Lenkwinkeldaten kann mit Hilfe einer Vielzahl von Bandpaßfiltern oder schneller Fouriertransformationen ausgeführt werden.

Ferner, können, obwohl bei der Ausführungsform die Kopfhöhenanzeige verwendet wird, um das Warnzeichen anzuzeigen, und den Fahraufmerksamkeitsgrad anzuzeigen, andere Anzeigevorrichtungen statt dessen benutzt werden. Auch sind die Formen und Inhalte des Warnzeichens und Fahraufmerksamkeitsgrades nicht auf jene in Fig. 12 und 13 gezeigte beschränkt. Weiterhin wird, bei der obigen Ausführungsform, der signalisierende Klang einmal eher als die Anzeige des Warnzeichens ausgesendet, aber der signalisierende Klang kann auch ausgesendet werden, wenn die Fahraufmerksamkeitsgrade "R", "LOW", "MEDIUM" und "HIGH" angezeigt werden.

Der Lenkwinkelsensor und der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor sind nicht auf jene Konstruktionen, die in der vorangehenden Ausführungsform beschrieben sind, beschränkt. Z.B. kann, obwohl bei der Ausführungsform ein Lenkwinkelsensor verwendet wird, der einen Signalverarbeitungsabschnitt zum Erhalten von Lenkwinkeldaten von den Lenkimpulssignalen und dem Signal für den neutralen Positionsblock, verwendet wird, ein Lenkwinkelsensor, der keinen Signalverarbeitungsabschnitt hat, statt dessen verwendet werden. In diesem Fall kann die Funktion des Signalverarbeitungsabschnittes des Lenkwinkelsensors z. B. durch den in Fig. 1 gezeigten Computer 30 erhalten werden.

Patentansprüche

1. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren, bei dem ein Lenkwinkel eines Kraftfahrzeugs erfaßt wird, um

Lenkwinkeldaten (X_i) zu erhalten, und die Aufmerksamkeit eines Fahrers auf der Grundlage der Lenkwinkeldaten (X_i) bestimmt wird, **gekennzeichnet durch:**

einen Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt (S2, S7–S10, S12–S14) des Nehmens von Proben von den Lenkwinkeldaten (X_i) in Form einer ersten Lenkfrequenzkomponente (A), die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie einer vom Fahrer erkannten Gesamtverlaufsform einer Straße folgt, einer zweiten Lenkfrequenzkomponente (B), die auf einer höheren Frequenzseite als die erste Lenkfrequenzkomponente ist und die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie einer vom Fahrer erkannten Straßenform vor dem Kraftfahrzeug folgt, und einer dritten Lenkfrequenzkomponente (C), die auf einer höheren Frequenzseite als die zweite Lenkfrequenzkomponente ist und die eine Lenkbetätigung angibt, die so ausgeführt ist, daß sie eine Kraftfahrzeuglage auf der Straße fein berichtigt; und

einen Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt (S15–S17) des Berechnens, aus den Lenkfrequenzkomponenten (A, B, C), eines ersten Lenkbetätigungsfaktors (P), der einen Anteil vorausschauenden Lenkens angibt, das ausgeführt ist, um der Gesamtverlaufsform der Straße zu begegnen, eines zweiten Lenkbetätigungsfaktors (Q), der einen Anteil eines berichtigenden Lenkens angibt, das bezüglich des vorausschauenden Lenkens ausgeführt ist, und eines dritten Lenkbetätigungsfaktors (R), der die Glätte der Lenkbetätigung anzeigt, und des Abschätzens eines Fahraufmerksamkeitsgrades (G') auf der Grundlage der berechneten Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R).

2. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 1, bei dem der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt mit einschließt:

Berechnen (S15) des ersten Lenkbetätigungsfaktors (P) auf der Grundlage eines Verhältnisses der zweiten Lenkfrequenzkomponente (B) zur ersten Lenkfrequenzkomponente (A);

Berechnen (S15) des zweiten Lenkbetätigungsfaktors (Q) auf der Grundlage eines Verhältnisses der dritten Lenkfrequenzkomponente (C) zur zweiten Lenkfrequenzkomponente (B); und

Berechnen (S15) des dritten Lenkbetätigungsfaktors (R) auf der Grundlage der dritten Lenkfrequenzkomponente (C).

3. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 1, bei dem der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt mit einschließt:

Erhalten diesbezüglicher Logarithmen der drei Lenkfrequenzkomponenten (A, B, C);

Berechnen (S15) des ersten Lenkbetätigungsfaktors (P) auf der Grundlage eines Verhältnisses des Logarithmus der zweiten Lenkfrequenzkomponente (B) zum Logarithmus der ersten Lenkfrequenzkomponente (A);

Berechnen (S15) des zweiten Lenkbetätigungsfaktors (Q) auf der Grundlage eines Verhältnisses des Logarithmus der dritten Lenkfrequenzkomponente (C) zum Logarithmus der zweiten Lenkfrequenzkomponente (B); und

Berechnen (S15) des dritten Lenkbetätigungsfaktors (R) auf der Grundlage des Logarithmus der dritten Lenkfrequenzkomponente (C).

4. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt Abschätzen (S16–S17) des Fahraufmerksamkeitsgrades (G') miteinschließt, so daß der Fahraufmerksamkeitsgrad sich mit der Verringerung des Grades der Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R) verringert.

5. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 1, bei dem der Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt das Nehmen von Proben, von den Lenkwinkeldaten (X_i) miteinschließt, wie die ersten, zweiten und dritten Lenkfrequenzkomponenten (A, B, C), Frequenzkomponenten, die in einem Frequenzbereich von 0,1 bis 0,25 Hz bzw. einen Frequenzbereich von 0,25 bis 0,67 Hz bzw. einen Frequenzbereich von 0,67 bis 1,4 Hz fallen.

6. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 1, bei dem der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt das Durchführen von Fuzzyschlußfolgerung auf der Grundlage von diesbezüglichen Graden von Lenkfrequenzkomponenten (A, B, C) miteinschließt und eine Vielzahl von Fuzzyregeln, die im vornherein festgelegt sind, um dadurch den Fahraufmerksamkeitsgrad (G') abzuschätzen.

7. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 6, bei dem der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt das Erhalten (S15) der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R) als Fuzzyvariablen miteinschließt, und das Durchführen (S16, S17) der Fuzzyschlußfolgerung durch das Verwenden von Fuzzyregeln, die vorschreiben, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad (G') mit der Verringerung des Grades der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R) absinkt.

8. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 6, bei dem der Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt das Erhalten der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R) als Fuzzy-Variablen miteinschließt, und das Durchführen (S16, S17) der Fuzzyschlußfolgerung durch Verwenden von Fuzzyregeln, die vorschreiben, daß der Fahraufmerksamkeitsgrad (G') mit dem Ansteigen des Grades der ersten, zweiten und dritten Lenkbetätigungsfaktoren (P, Q, R) ansteigt.

9. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren nach Anspruch 1, das ferner aufweist:

Einen Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsschritt zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit (V_i); und bei dem der Lenkfrequenzkomponentenerfassungsschritt das Erfassen (S2–S10, S12–S14) der Vielzahl von Lenkfrequenzkomponenten (A, B, C) nur wenn ein Fahrzeugbetätigungszustand, in dem die Fahrzeuggeschwindigkeit (V_i) höher ist oder gleich höher als oder gleich einem vorbestimmten Wert (V_{REF3}) ist und auch der Lenkwinkel (X_i) kleiner als oder gleich einem vorbestimmten Lenkwinkel (X_{REF}) für eine vorbestimmte Zeitdauer (t_{REF}) sich fortsetzt, einschließt.

10. Fahraufmerksamkeitbeurteilungsverfahren gemäß Anspruch 1, das weiter aufweist:

Einen Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsschritt zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit (V_i); und

Einen Fahrzeuggeschwindigkeitskorrekturschritt (S18) zum Korrigieren des Fahraufmerksamkeitsgrades (G') zu höheren Werten, der in dem Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt geschätzt wird, wenn das Kraftfahrzeug mit niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit fährt.

11. Fahraufmerksamkeitsbeurteilungsverfahren nach Anspruch 1, das ferner aufweist:

Einen Warnschritt (S21) zum Warnen, daß die Fahraufmerksamkeit niedrig ist, wenn der Fahraufmerksamkeitsgrad

(G), der in dem Aufmerksamkeitsbestimmungsschritt geschätzt wird, kleiner als ein vorbestimmter Grad (G_{REF1}) ist.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

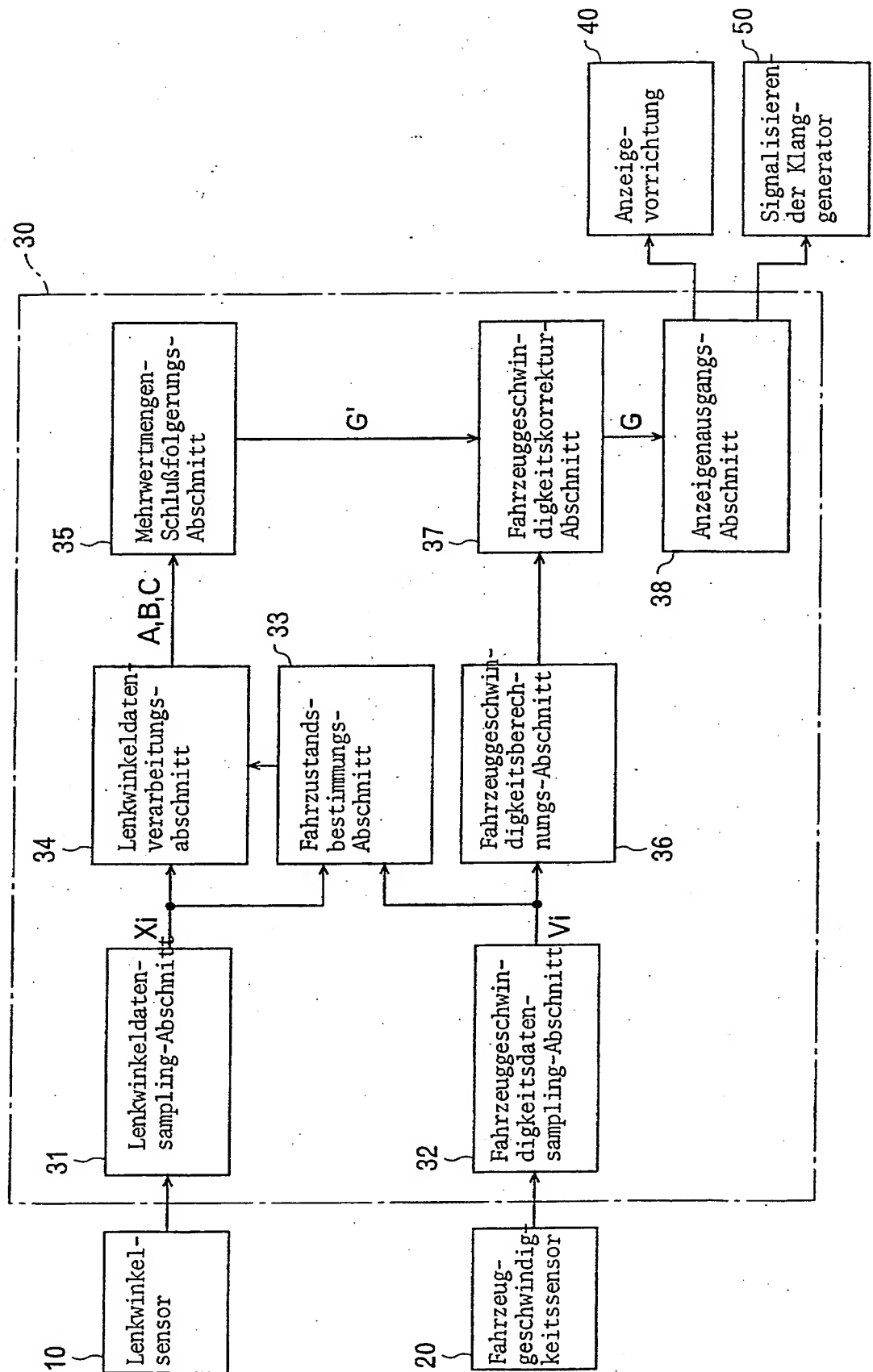
50

55

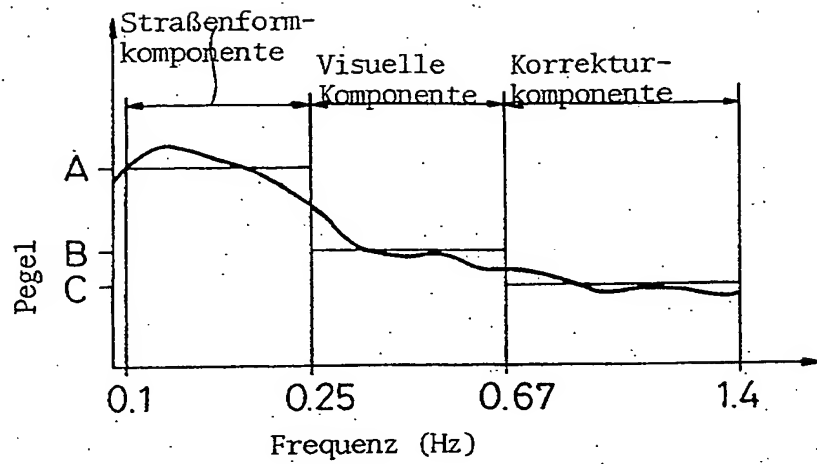
60

65

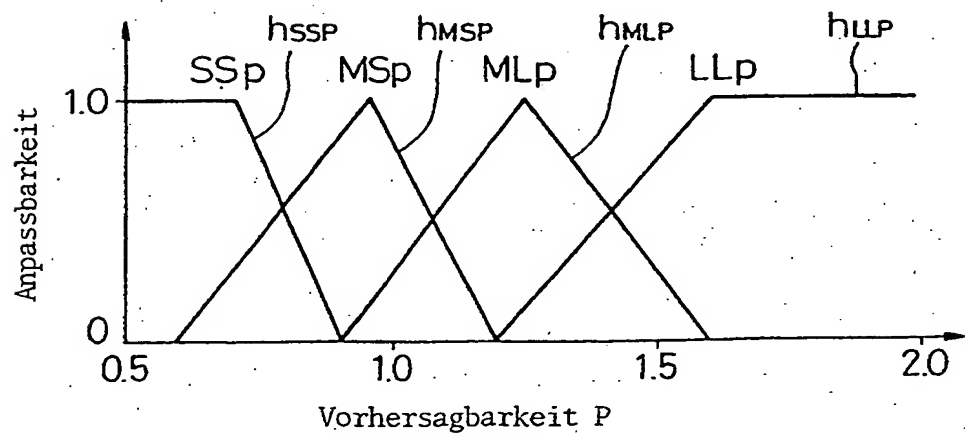
FIGUR 1



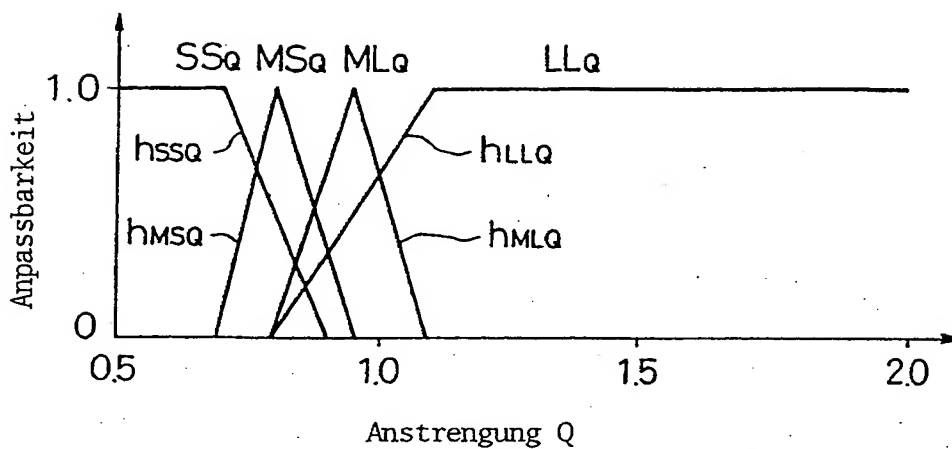
FIGUR 2



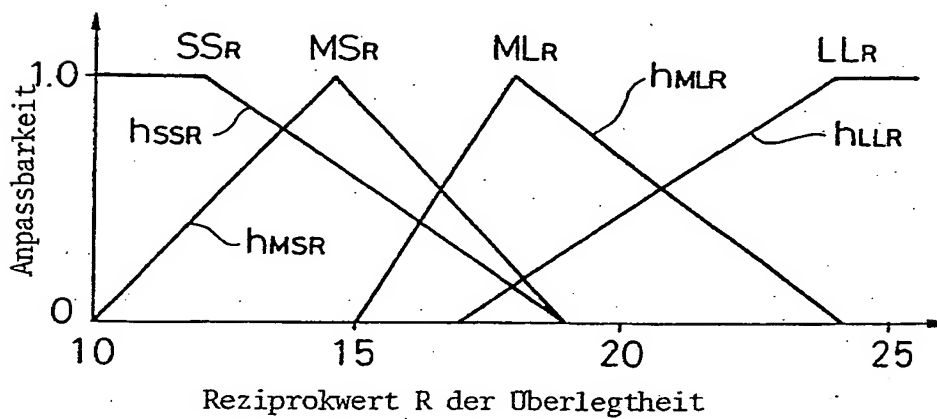
FIGUR 3



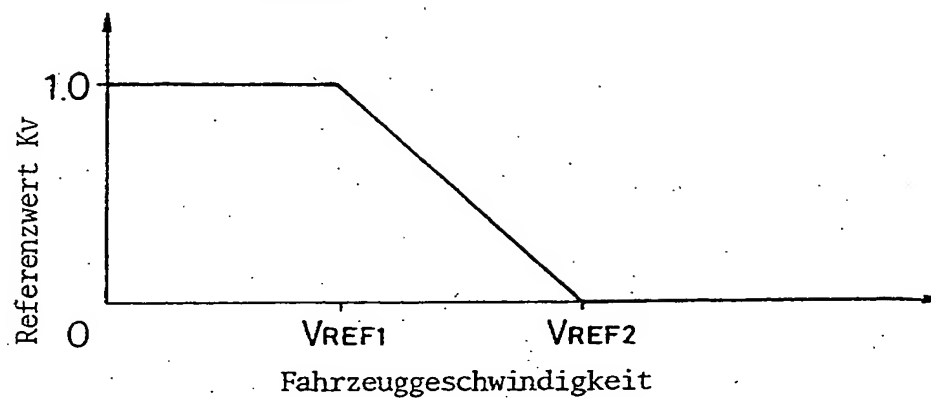
FIGUR 4



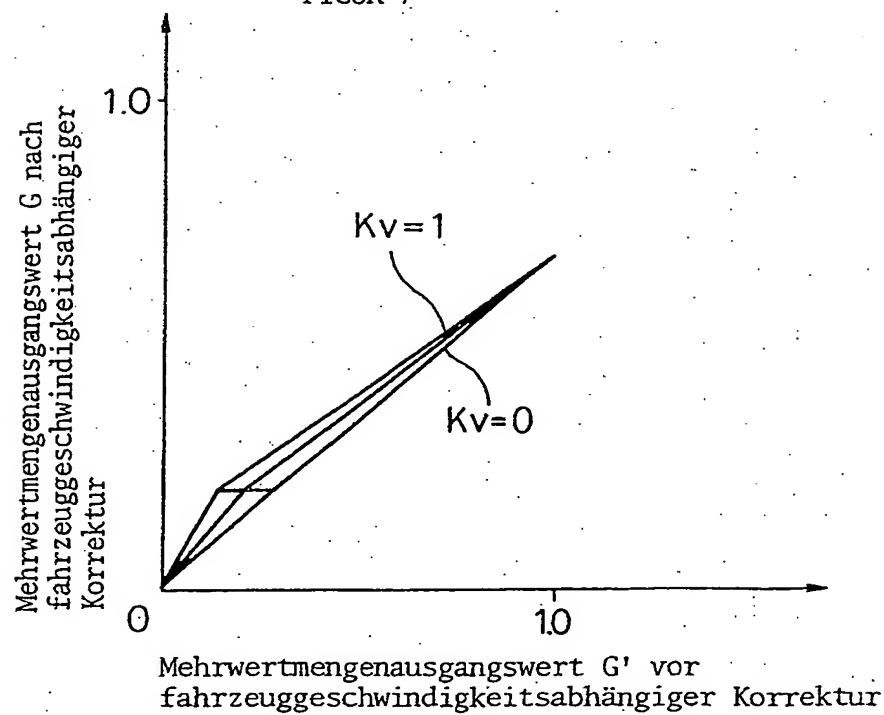
FIGUR 5



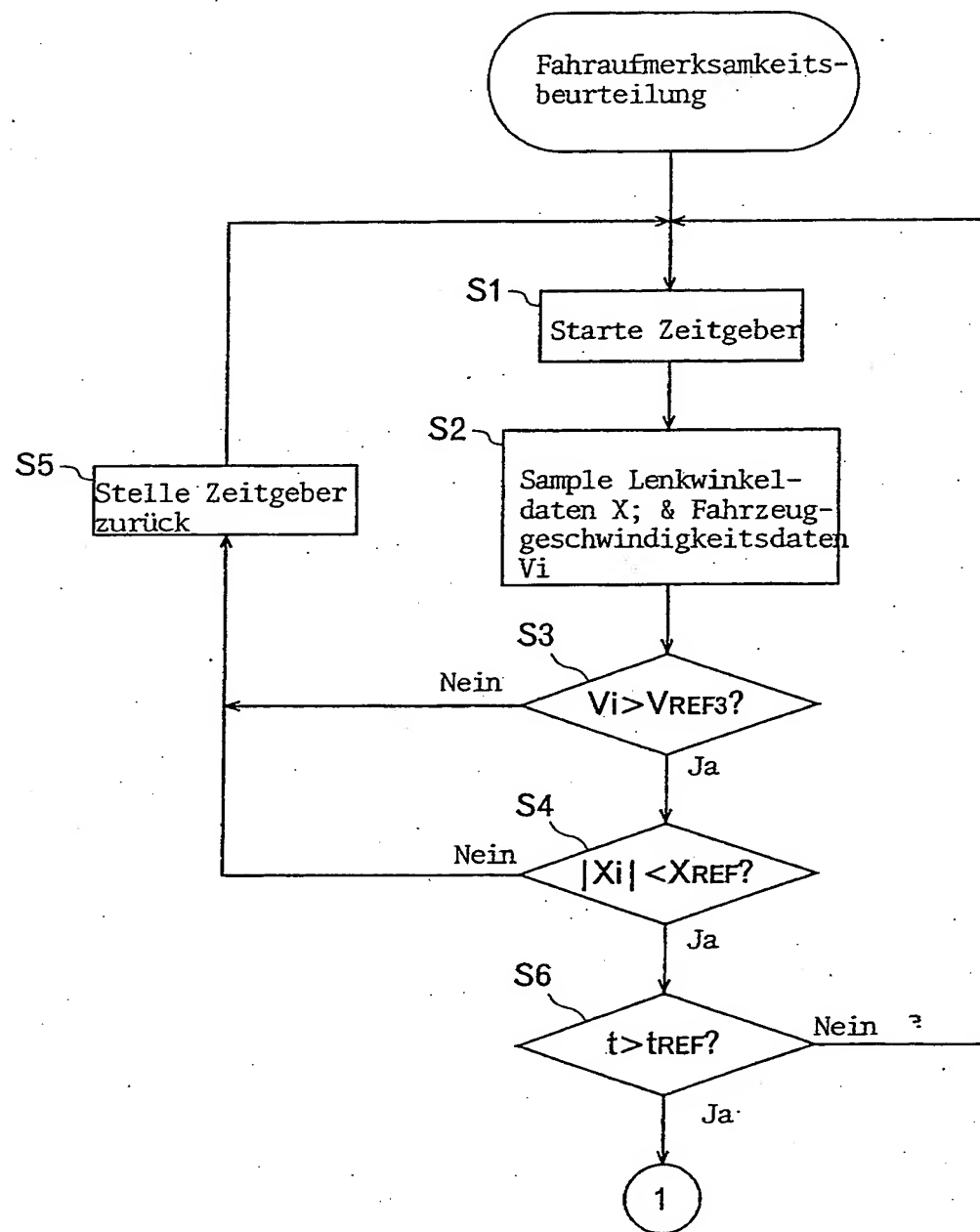
FIGUR 6



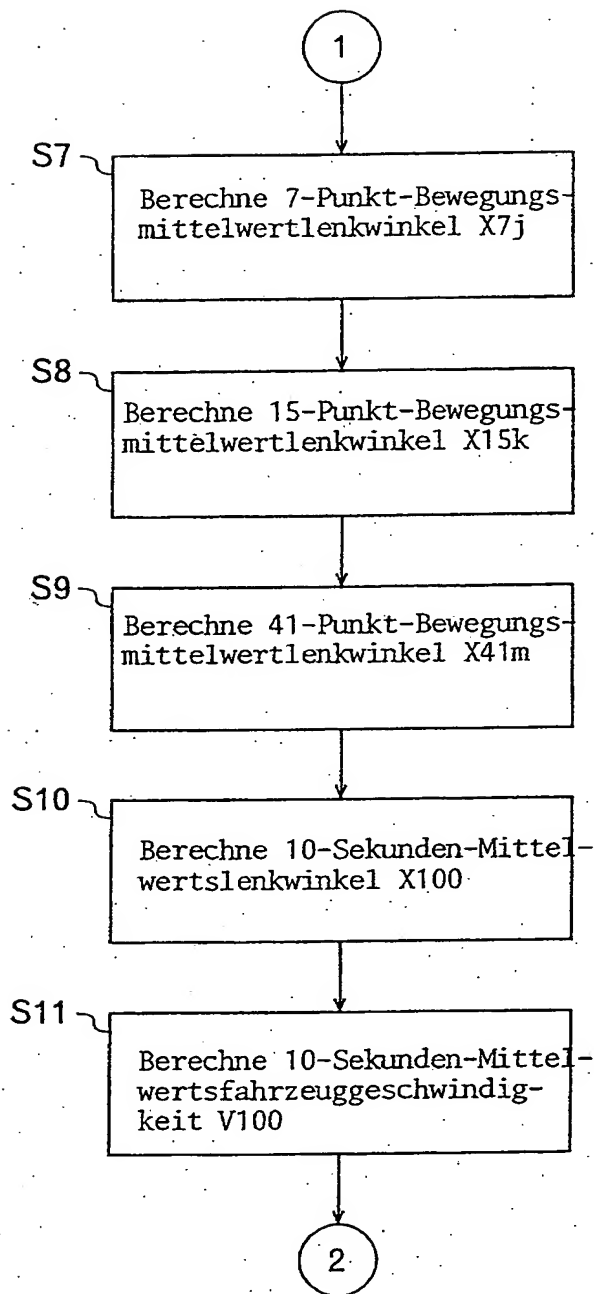
FIGUR 7



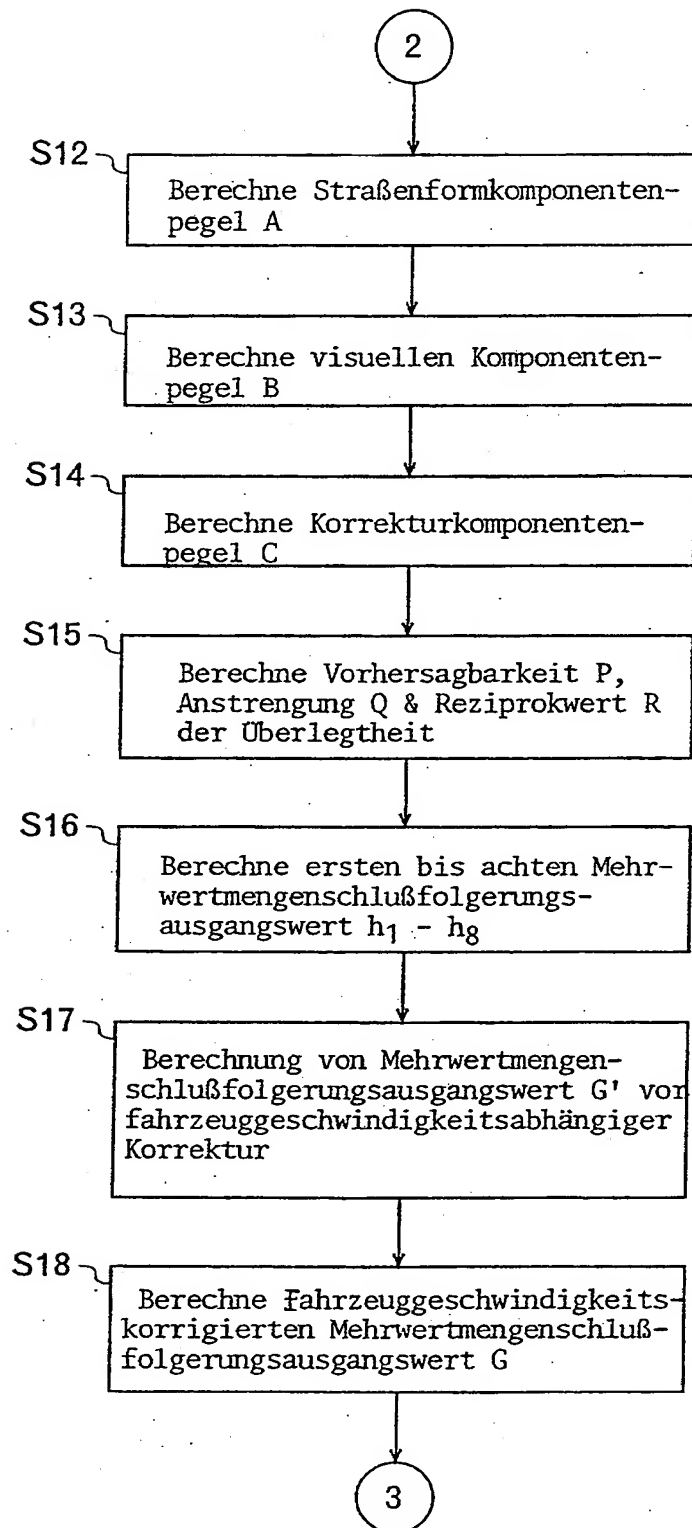
FIGUR 8



FIGUR 9



FIGUR 10



FIGUR 11

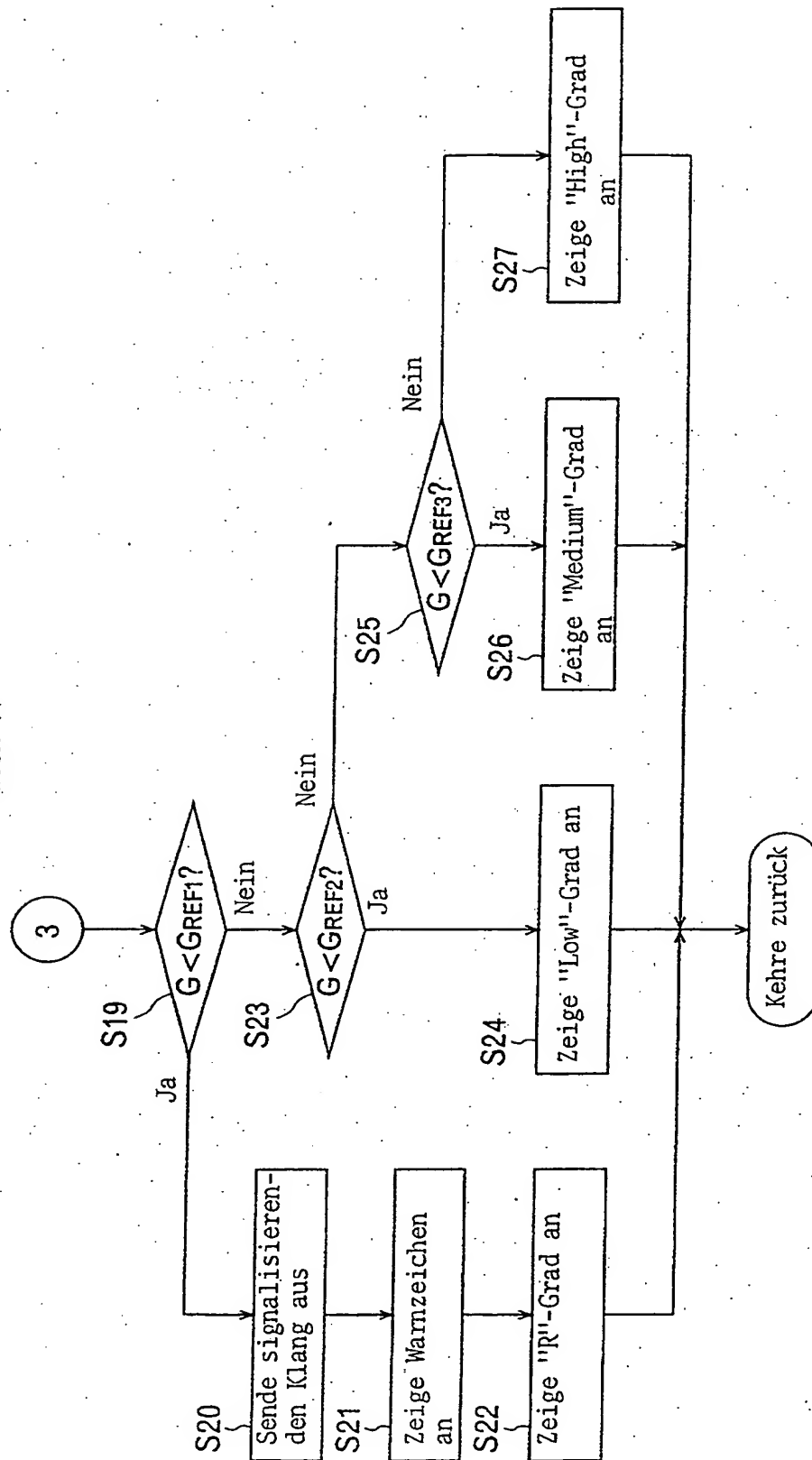


FIG.12



FIG.13

